

Möglichkeiten und Grenzen der Venenchirurgie

von

WERNER HOHENBERGER

aus Helmbrechts

1973 № 314

Aus der Chirurgischen Klinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. G. Hegemann

Möglichkeiten und Grenzen der Venenchirurgie

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexander-Universität

Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

WERNER HOHENBERGER

aus Helmbrechts

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. Dr. H. Pauly

Referent: Priv.-Doz. Dr. K. Schwemmler

Korreferent: Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Juli 1973

G l i e d e r u n g

I. Venenchirurgie und ihre Problematik.	Seite 4
II. Der Einfluß von Antikoagulantien auf die postoperative Thrombosierung.	Seite 6
III. Reanastomosierung der Vena femoralis am Hund.	Seite 10
1.) Methodik	Seite 10
2.) Ergebnisse	Seite 11
3.) Diskussion	Seite 19
IV. Ersatz der Vena cava infrarenalis beim Hund durch Prothesen	Seite 23
1.) Methodik	Seite 24
2.) Ergebnisse	Seite 26
3.) Diskussion	Seite 31
V. Zusammenfassung	Seite 33
VI. Literaturnachweis	Seite 35

I. Venenchirurgie und ihre Problematik.

Wenn man von Gefäßchirurgie spricht, so meint man damit Arterienchirurgie. Thrombendarterektomie, autologe Venentransplantate und alloplastischer Ersatz von Arterien haben heute ihren angestammten Platz innerhalb der Chirurgie gefunden. Dagegen sind Varizenoperationen die einzigen routinemäßig durchgeführten venenchirurgischen Eingriffe. Dabei befaßten sich bereits ganz am Anfang dieses Jahrhunderts Carrel und Guthrie mit der Transplantation von Venen und den hierbei auftretenden Komplikationen und beschrieben die notwendigen Maßnahmen zu ihrer Verhütung (5). Sehr weit zurück reicht also die Zeitspanne des Experimentierens in diesem Zweig der Chirurgie, dem mit der Rekonstruktion und dem Ersatz traumatisch zerstörter Venen und von Malignomen ergriffener Venenabschnitte oder in der kausalen Behandlung des sogenannten postthrombotischen Syndroms ein weites Indikationsgebiet bereit stehen könnte. Daß sich in all diesen Fällen die Therapie auf symptomatische und konservative Maßnahmen beschränkt, ist sicher durch eine ganze Anzahl ursächlicher Faktoren bedingt, hauptsächlich aber wohl durch die Schwierigkeit, die Bildung von Frühthromben nach Eingriffen an Venen zu beherrschen oder gar zu vermeiden. So schreibt Vollmar im Jahre 1964: "... Alles in allem abgesehen von den umleitenden Eingriffen am Pfortadersystem, beschränkt sich die rekonstruktive Venenchirurgie vorerst noch auf ein sehr begrenztes Anzeigenfeld." (29). Diese Aussage hat auch heute noch ihre volle Gültigkeit. Dazu dürften die Tatsachen, daß man einerseits alle Venen bis auf wenige Ausnahmen ungestraft unterbinden darf, andererseits aber bei der Eröffnung einer Vene die große Gefahr der Thrombusbildung fürchten muß, ganz erheblich beigetragen haben.

Bereits Virchow nannte als Hauptursachen für die Bildung von Thromben -die Gefäßwandschädigung

- die Blutströmungsverlangsamung und
- die Änderung der Blutbeschaffenheit als humoralen Faktor.

Dieser läßt sich durch die Anwendung von Antikoagulantien und Fibrinolytika beeinflussen. Von besonderem chirurgischen Interesse aber sind die beiden ersten Punkte, da sie eng mit der Operationstechnik verbunden sind. Die besondere Problematik liegt jedoch darin, daß es sich bei den chirurgisch angehbaren Venen um ein sogenanntes Niederdrucksystem handelt mit Blutdruckwerten, die um ein Zwanzigstel des mittleren arteriellen Druckes betragen, und Strömungsgeschwindigkeiten, die höchstens ein Fünftel bis die Hälfte der Größe erreichen, wie sie in den großen Arterien zustande kommt (13). Andererseits macht die Anastomosierung oder Naht eines Gefäßes die kurzzeitige Unterbrechung des Blutstromes notwendig. Die dadurch bedingte Blutstase aktiviert jedoch das Gerinnungssystem (11), wobei zudem noch die Freisetzung der Gewebsthrombokinasen durch die Verletzung der Gefäßwand mit den Instrumenten hinzukommt und so die Thrombusbildung beschleunigt. Daß die Thrombusbildung ausbleibt, wenn man die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes im Venensystem erhöht, zeigen die Versuche und klinischen Ergebnisse verschiedener Autoren, welche dies über eine Drucksteigerung durch arteriovenöse Fisteln distal des operierten Venenabschnittes erreichten (10,4). Ebenfalls zeigen im Tierversuch Dacronprothesen, die zum Ersatz der oberen Hohlvene verwendet wurden, eine höhere Durchgängigkeitsrate als solche der unteren Vena cava, da dort der Blutfluß niedriger ist (8,20). Einen weiteren möglichen Faktor, der einer Thrombose Vorschub leistet, stellen Stenosen dar. Diese können primär durch Nahteinengung bedingt, aber auch Entzündungsfolgen nach Infektion und Gefäßwandschädigung sein.

Die oben aufgeführten Punkte werfen eine Fülle von Fragen, aber auch von Möglichkeiten im Zusammenhang mit der Problematik Venenchirurgie und Thrombose auf: Mit welcher

unbeeinflussbarer Konsequenz ziehen die Irritationen innerhalb einer Operation eine Thrombose nach sich? Inwieweit läßt sie sich durch schonendes Vorgehen abwenden? Welche Bedeutung haben dabei Antikoagulantien? Wie sind schließlich die Aussichten auf länger bestehende Durchgängigkeit bei alloplastisch ersetzten Venenabschnitten?

II. Der Einfluß von Antikoagulantien auf die postoperative Thrombosierung.

Um bei venenchirurgischen Eingriffen den Einfluß einer Antikoagulantien-Anwendung abschätzen zu können, verglichen wir die Veröffentlichungen verschiedener Autoren, die neben anderem auch unter diesem Gesichtspunkt Tierversuche angestellt hatten (2,3,7,8,10,12,17,18,19,25,28,30). Von diesen zwölf Gruppen, die sich in den Jahren 1960 bis 1967 im Tierversuch mit Venenchirurgie befaßt und dabei 349 Operationen am Hund durchgeführt hatten, verwendeten neun Heparin lokal oder generalisiert, bzw. einmal Fibrinolytin, drei verzichteten vollständig darauf. Im einzelnen ergaben sich dabei folgende Ergebnisse:

Tabelle 1: L = lokale Heparinanwendung,
G = generalisierte Heparinanwendung,
F = generalisierte Fibrinolytinanwendung,
O = keine Antikoagulantien.

Autoren	Jahr	Art.d. Versuches	Anzahl d. Op.	mit Erfolg	Antikoag.
de Weese Niguidula	1960	End-zu-End-Anast. d. V. femoralis	14	10	L
		Austausch v. Segmenten d. V. fem. mit denen d. kontralat. Seite	20	12	L

Dale	1961	End-zu-End-Anast. d. V. jugularis	4	4	L
		End-zu-End-Anast. d. V. femoralis	6	3	L
		Ersatz d. V. fem. durch V. jug.	7	7	L
		Ersatz d. V. cava durch V. jug.	7	3	L
Bower Fredericci Howard	1960	Ersatz d. V. cava infrarenalis mit Autotransplantat	11	10	G
		Homotransplantat	10	2	G
		Teflon	10	1	G
		Nylon	6	2	G
Symbas Foster Scott	1961	Ersatz d. Pfort- ader mit			
		Teflon	6	3	G
		Teflon	6	0	O
		V. cava	7	2	O
de Metz Philips Habif Jacobson	1961	Ersatz d. V. cava mit			
		Teflon	2	0	F
		Dacron	6	0	F
		Vynion	2	0	F
Scobie Scobie Vogelfanger	1962	Ersatz d. V. fem. mit autologer V. fem. d. kontra- lateralen Seite	30	28	L
Dale Scott	1963	Ersatz d. V. cava inf. mit			
		V. jugularis	7	3	L
		Dacron	5	0	L
		Ersatz d. V. cava sup. mit			
		V. jugularis	7	0	L
		Teflon	14	2	L

		Ersatz d. V. cava sup. bei ligier- ter V. azygos mit			
		Teflon	12	11	L
		Dacron	12	8	L
		V. cava inf.	4	4	L
		V. jugularis	6	4	L
Matsumoto et al.	1965	Ersatz d. V. cava sup. et inf. mit invertiertem Je- junum	40	40	G
Jacobson Kutsumura	1963	Ersatz d. V. jug. mit V. jug. der kontralat. Seite	17	17	0
		Ersatz d. V. sa- phena magna mit der d. kontralat. Seite	6	6	0
Dost	1965	Ersatz d. V. cava inf. mit Dacron bei a.-v. Fistel	20	18	0
Najafi et al.	1966	Ersatz mit Teflon			
		d. infraren. Cava	10	0	0
		d. supraren. Cava	11	7	0
Linn et al.	1967	Invaginationsana- stomosen d. V. Ju- gularis	24	21	L
			349	221	

Von diesen Operationen waren 221 erfolgreich, womit sich eine Erfolgsquote von rund 63 % ergibt. Als erfolgreich wurden dabei alle jene Operationen bezeichnet, nach denen sich die Venenanastomosen bzw. Kunststoffprothesen histologisch, autoptisch oder phlebografisch als durchgängig erwiesen. Dabei wurde die Erfahrung gemacht, daß ein Venentransplantat oder eine Anastomose nicht mehr thrombosierte, sobald sie wenigstens 14 Tage durchgängig geblieben war (21), während man bei Kunststoffprothesen diesen Zeit-

raum mit ungefähr vier Wochen annehmen muß (10). Weiterhin ist zu beachten, daß Venentransplantate und Anastomosen nach Angaben in der Literatur in 38 bis 80 % unmittelbar nach dem Eingriff thrombosieren, sich später aber wieder vollständig rekanalisieren. Dies gilt jedoch nicht für Kunststoffprothesen: wenn einmal thrombosiert, bleiben sie für immer verschlossen.

In vier Versuchsreihen mit insgesamt sieben Eingriffen wurden keinerlei Antikoagulantien verwandt. Um deren Wirksamkeit beurteilen zu können, dürfen aber die Untersuchungen von Dost nicht herangezogen werden, da dieser distal der Prothese eine arteriovenöse Fistel anlegte. Dadurch waren von vorneherein höhere Erfolgsaussichten gegeben. Wenn man weiterhin bedenkt, daß es sich bei der Pfortader um eine Vene mit relativ hohem Blutfluß handelt, so lassen auch die Versuche von Symbas keine exakten Vergleiche zu. Es blieben nun die restlichen 44 Eingriffe der beiden übrigen Gruppen, die mit einer Erfolgsquote von 68 % im Bereich des Gesamtquerschnittes liegen. Andererseits erscheint die Wirksamkeit der lokalen Heparinanwendung (in 196 Operationen mit einer Durchgängigkeitsquote von 67,8 % gegenüber einer Erfolgsquote von 62,4 % bei generalisierter Antikoagulantienanwendung in 93 Untersuchungen, z. T. eine Woche lang) sehr fraglich, da die bei der Resektion von Venensegmenten aus den Stumpfenden und bei der Anastomosen-naht aus den Stichkanälen frei werdende Gewebsthrombinase in den Blutkreislauf generalisiert eintritt und ebenso das Gerinnungssystem aktiviert. Dagegen dürften die wenigen Einheiten lokal irrigierbaren Heparins mit einer Halbwertszeit von ungefähr zwei Stunden kaum ins Gewicht fallen, wo zudem die Vorgänge der Thrombenbildung ihre größte Aktivität sicher erst nach mehr als zwei Stunden erreicht haben. Wenn man unter diesen Gesichtspunkten die Durchgängigkeitsquoten von 67,8 % bei lokaler Heparinanwendung gegenüber 62,4 % bei generalisiertem Gebrauch betrach-

tet, so muß man zu dem Schluß kommen, daß lokal wirkende Faktoren wie Operationstechnik oder topographisch-physiologische Verhältnisse (die größere Stromstärke in der oberen Hohlvene und der negative intrathorakale Druck begünstigen die fortbestehende Durchgängigkeit einer Prothese) für den Erfolg einer Venenoperation wichtiger sein müssen als die Anwendung von Antikoagulantien. Um dies zu bestätigen, verzichteten wir in unseren Versuchen auf Heparine oder ähnlich wirkende Mittel.

III. Reanastomosierung der Vena femoralis am Hund.

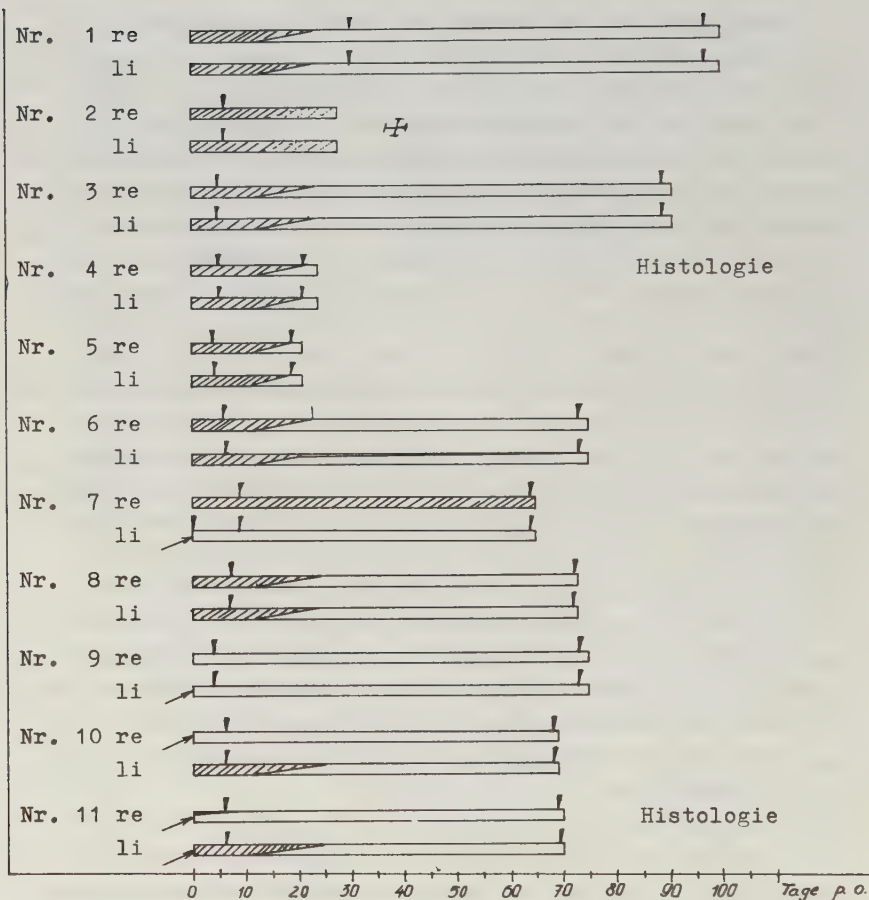
1.) Methodik: Bei elf Mischhunden mit einem Gewicht von 15 bis 25 kg wurde in Vollnarkose (0,5 bis 1,0 gr Trapanal^R, 0,5 mg Atropin, 5%-ige Glukose- bzw. 0,9%-ige Kochsalz-Infusionslösung) auf beiden Seiten die V. femoralis kaudal des Leistenbandes freipräpariert, mit zwei Alligatorklemmen kranial, gelegentlich auch kaudal der Einmündung der V. saphena magna abgeklemmt und zwischen den beiden Klemmen durchtrennt. Die beiden Enden wurden hierauf mit zwei paraffinierten atraumatischen 4-0 Seidenfäden mit C-1-Doppelnadeln adaptiert und anschließend dazwischen fortlaufend vernäht. Es wurden zu keinem Zeitpunkt in irgendeiner Form Antikoagulantien verwendet. Besondere Vorsicht wurde bei der Anastomosierung darauf verwandt, daß

- die Vene vor der Durchtrennung vollständig aus ihrem Bindegewebe freipräpariert wurde,
- bei der Anastomosierung keine Adventitia in das Lumen gelangte,
- die beiden Anastomosenenden evertiert wurden,
- die Intima nicht durch zu starkem Zug am Faden einriß,
- die beiden zu anastomosierenden Enden nicht gegeneinander torquiert wurden,

-das Gefäß durch Klemmen und Pinzetten möglichst wenig verletzt wurde.

Nach Beendigung der Anastomosen erfolgten aus den Stichkanälen noch geringe Sickerblutungen, die aber nach wenigen Minuten von selbst zum Stehen kamen. Alle Anastomosen zeigten intra operationem guten Durchfluß. Die Tiere wurden nur in einem Fall auf einer Seite unmittelbar nach der Operation und in einem anderem zum erstem Male 28 Tage, sonst aber immer vier bis vierzehn Tage nach der Operation zum erstem Mal und zum zweitem Mal nach 20 bis 95 Tagen durch Injektion von 15 ml Angiografin^R in die Vena saphena parva auf beiden Seiten phlebografiert. Zudem wurde bei vier Anastomosen im Anschluß an die Operation 15 ml 5%-ige Glukose- bzw. 0,9%-ige Kochsalzlösung mit maximaler Geschwindigkeit in die Vena saphena parva einer, bzw. beider Seiten in einem Falle injiziert. Alle Tiere erhielten keine besondere postoperative Nachbehandlung. Ein Tier starb 18 Tage nach der Operation an den Folgen einer Infektion, die jedoch in keinem Zusammenhang zur Operation selbst stand. Die übrigen Tiere wurden nach dem zweitem Phlebogramm getötet, wobei dann die Anastomosen autopsisch untersucht wurden. Bei zwei Tieren wurde jeweils eine Vene im Anastomosenbereich herauspräpariert und histologisch untersucht.

2.) Ergebnisse: Bei elf Hunden wurde auf beiden Seiten die Vena femoralis durchtrennt und reanastomiert. Von diesen 22 Anastomosen blieben 19 über längere Zeit vollständig offen (Abb. 1). Bei drei Anastomosen war dies nicht der Fall. Von diesen drei entfielen zwei auf das Tier Nr. 2, welches vor dem zweitem Phlebogramm verstarb. Leider konnte auch postmortal die Durchgängigkeit nicht überprüft werden. Dieses Tier wollen wir aus unseren weiteren Wertungen ausklammern. Bei der dritten verschlossenen Anastomose stellte sich bei der Obduktion heraus, daß mit der Naht der Anastomose die Intima der Gegenseite mitgefaßt



! = Phlebogramm, ↗ = Injektion, ▨ = phlebogr. nicht durchgängig

Abb. 1: Übersicht der postoperativen Durchgängigkeit der End-zu-End-Anastomosen.

worden war, sodaß nur eine sehr geringe Durchgängigkeit erhalten blieb, welche sich röntgenologisch nicht darstellte. Dieser Versager resultierte also aus einem technischen Fehler (Tier Nr. 7 rechts).

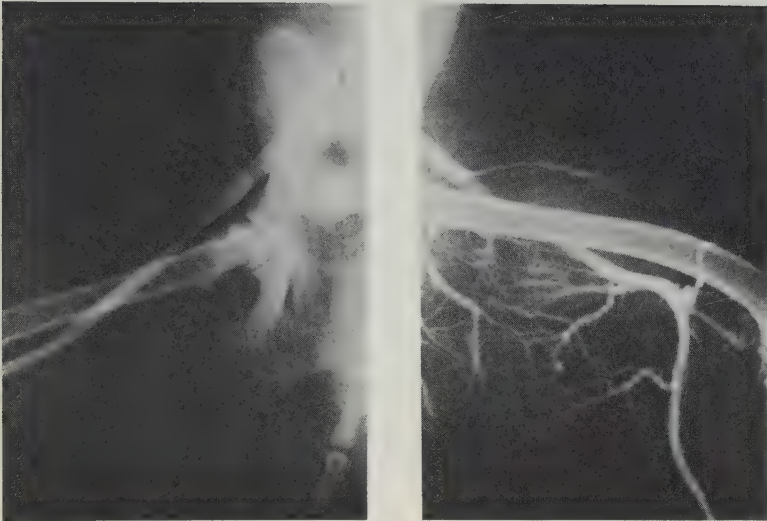


Abb. 2 und 3: Tier Nr. 10; Phlebogramm vier Tage nach der Operation; die rechte V. femoralis (Bild links) ist nach Injektion vollständig durchgängig, keine Kollateralen; linke Anastomose durch Thrombus verschlossen, Entwicklung zahlreicher Kollateralen.

Bei fünf Anastomosen hatten wir durch Injektion von 15 ml Kontrastmittel, Kochsalz- oder Glukoselösung in die Vena saphena parva mit maximaler Geschwindigkeit unmittelbar nach der Operation im Anastomosenbereich einen kurzzeitigen starken Blutstrom erreicht. Vier dieser so behandelten Anastomosen blieben primär offen, das heißt, ohne daß röntgenologisch oder histologisch Thromben nachgewiesen werden konnten (s. Abb. 2,3,4,5). Eine dieser Anastomosen verschloß sich trotzdem, während eine weitere nicht 'nachinjizierte' ebenfalls primär offen blieb. Alle übrigen Anastomosen thrombosierten kurz nach der Operation (die erste Phlebographie bei dem Tier Nr. 1 erfolgte zu spät, sodaß wir diese Anastomose als primär verschlossen be-

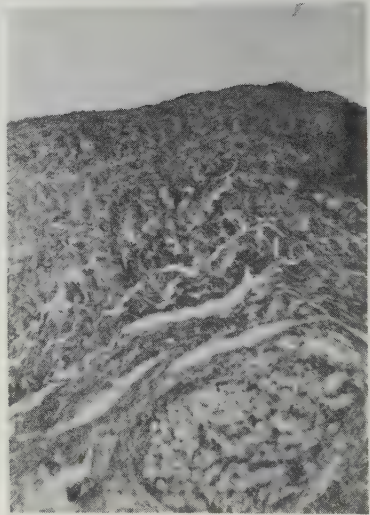
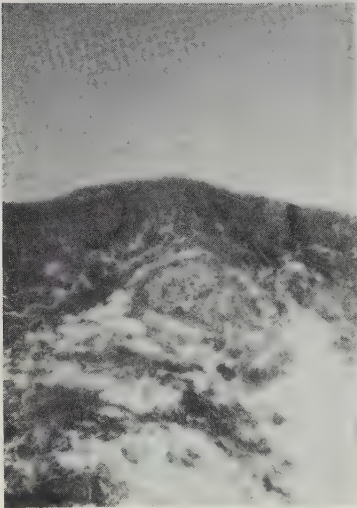


Abb. 4 (links): Tier Nr. 11, unmittelbarer Anastomosenbereich der rechten V. femoralis; Lumen vollständig offen, glatte Intima, keinerlei Thrombusreste. (35-fache Vergrößerung).

Abb. 5 (rechts): Ausschnitt aus Abb. 4 in 400-facher Vergrößerung; vollständig glattes, einschichtiges Endothel; glatte Muskulatur bindegewebig durchsetzt, jedoch größtenteils noch vorhanden; keine subendotheliale Narbe wie in Abb. 12 und 13 (dort Revaskularisierung nach primärer Thrombose). Färbung HE.

trachten), rekanalisierten sich aber wieder und waren nach zirka drei bis vier Wochen wieder vollständig durchgängig (s. Abb. 6,7,9,10). Nur ein Tier (Nr. 11) entwickelte postoperativ Ödeme der unteren Extremitäten, welche sich aber wieder vollständig rückbildeten; bei allen übrigen war nicht einmal eine Stauung der oberflächlichen Hautvenen zu beobachten. Alle Anastomosen zeigten bei der Obduktion eine vollständig glatte Intima, wobei allerdings die Media im Bereich der Stichkanäle teilweise eingesplissen und ver-

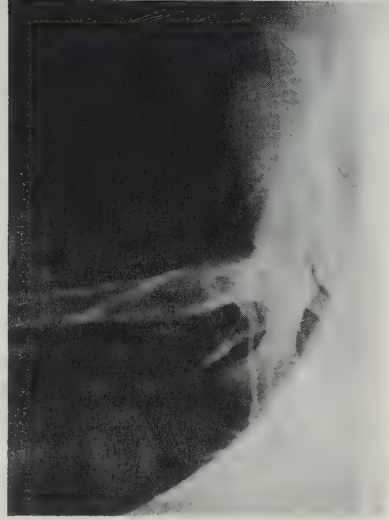
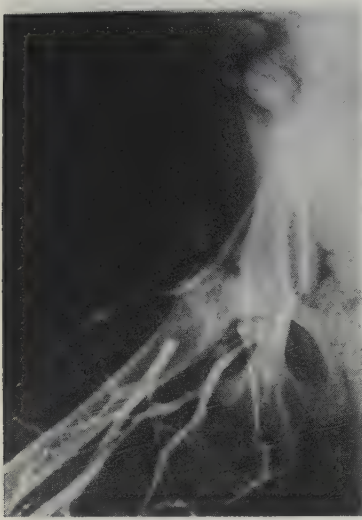


Abb. 6 und 7: Tier Nr. 4 rechts; im linken Bild Phlebogramm 5 Tage nach Op., V. femoralis im Anastomosenbereich vollständig thrombosiert; im rechten Bild Phlebogramm vier Wochen nach Op., Thrombus zwar vollkommen rekanalisiert, durch Nahtstenose jedoch nur unvollständige Durchgängigkeit.

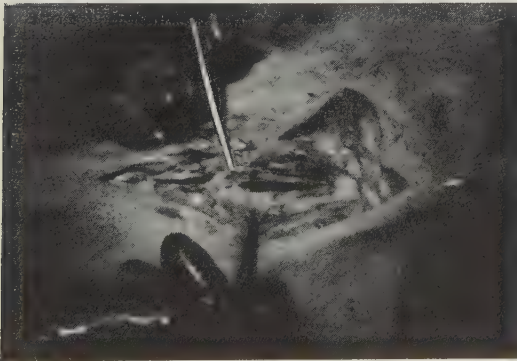


Abb. 8: Tier Nr. 11 links; bei Obduktion 71 Tage nach Op. im Anastomosenbereich glatte, spiegelnde Intima, Lumen vollkommen erhalten, keine Stenose, keine Narbenzüge erkennbar.

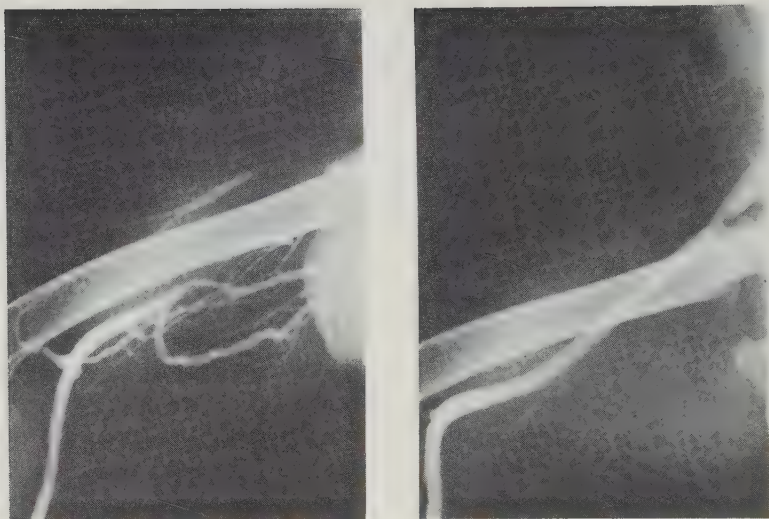


Abb. 9 und 10: Tier Nr. 8 rechte V. femoralis; im linken Bild Phlebogramm 7 Tage nach Op., V. femoralis vollständig thrombosiert; rechts nach ungefähr drei Monaten vollkommene Durchgängigkeit der Anastomose unter Rückbildung aller Kollateralen.

narbt war (Abb. 8). Dies ist sicher auf den zu starken Zug der Fäden bei der Naht der Anastomose zurückzuführen und dürfte zu umgehen sein, indem man Spannungen im Anastomosenbereich vermeidet und den Stichkanal möglichst nahe am freien Venenende wählt.

Von den Tieren Nr. 4 und Nr. 11 wurden jeweils histologische Schnitte der rechten Femoralisanastomose angefertigt, wobei die Anastomose Nr. 11 primär nach Injektion offen geblieben war und Nr. 4 sich nach Thrombosierung wieder rekanalisiert hatte. Hiernach zeigte sich, daß die Venenwand insgesamt verdickt war, wobei alle drei Schich-

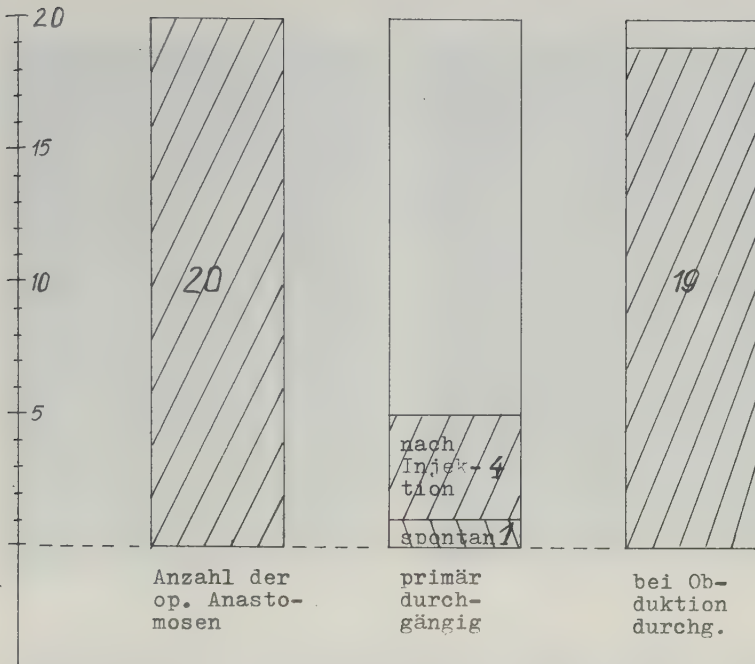


Abb. 11: Durchgängigkeitsrate der operierten Anastomosen.

ten gleichermaßen betroffen waren. Zugleich war eine diffus vermehrte Durchsetzung mit kollagenem Bindegewebe zu beobachten, welche die glatte Muskulatur teilweise ersetzt hatte. Alle diese Erscheinungen waren bei dem Präparat Nr. 4 wesentlich stärker ausgeprägt. In beiden Fällen grenzte eine deutliche Endothelschicht die Intima zum Lumen hin scharf und glattrandig ab, wobei im Präparat Nr. 4 subendothelial eine deutliche Narbe ausgebildet war, welche in dieser Form bei dem Präparat Nr. 11 nicht vorhanden war. Das Lumen selbst war in beiden Fällen frei von gekammerten Hohlräumen, Septen oder Bindegewebsspolstern, wie sie in der Humanpathologie in sich revaskularisierten Venen zu beobachten sind (16), sondern es war einheitlich, frei von wandanhaftenden Bindegewebsresten und nur im Präparat Nr. 4

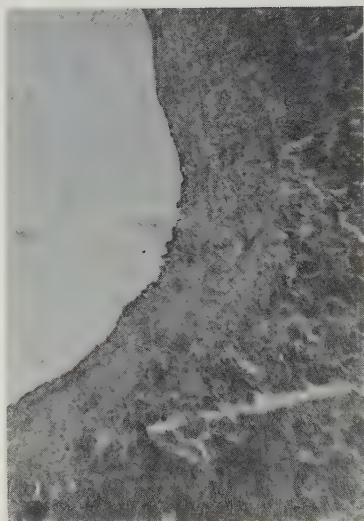
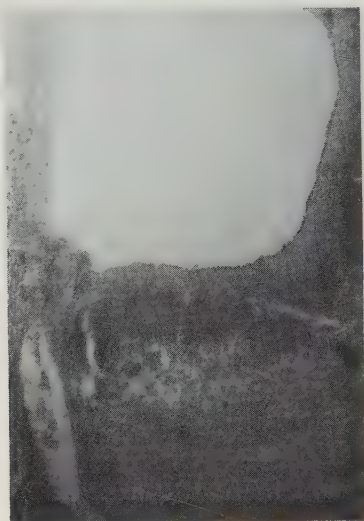


Abb. 12 (links): Tier Nr. 4, Anastomosenbereich der rechten V. femoralis; einheitliches Lumen, von Endothel scharf begrenzt; dreiteilige Schichtung der Venenwand. (35-fache Vergrößerung).

Abb. 13 (rechts): Ausschnitt aus Abb. 12 in 400-facher Vergrößerung; glattes, einschichtiges Endothel, subendotheliale Narbe (innerste Schicht in Abb. 12) aus kernarmem, faserreichen Bindegewebe; bindegewebige Durchsetzung der Venenwand wesentlich stärker ausgeprägt als im Präparat Nr. 11 (vgl. Abb. 4 und 5). Färbung HE.

stenosiert, jedoch von der ursprünglichen Weite im Präparat Nr. 11 (s. Abb. 4,5,12,13). Bei der kurz vor der Tötung des Tieres Nr. 4 phlebografisch zu beobachtenden Stenose zeigte der histologische Schnitt, daß dies nicht durch die Reste eines noch nicht abgebauten Thrombus, sondern durch Nahteinengung bedingt war. Weiterhin fiel die geringe Fremdkörperreaktion gegenüber dem paraffinierten Nahtmaterial auf, welche bei den Dacronprothesen aus der zweiten Versuchsserie viel stärker ausge-

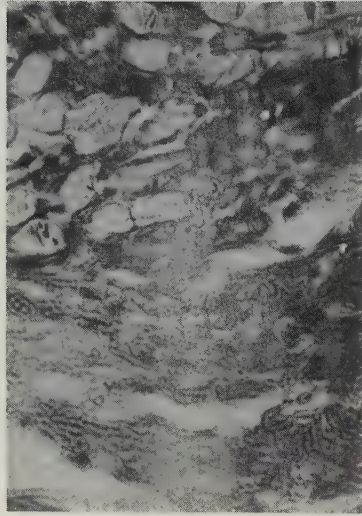
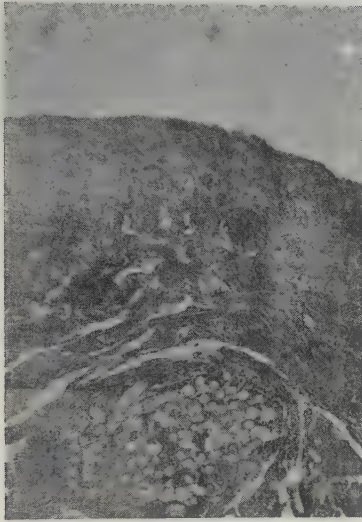


Abb. 14 (links): Ausschnitt aus Abb 4; nur von einem Saum von Granulationsgewebe, der ungefähr der halben Fadenstärke entspricht, ist der angeschnittene Faden umgeben (400-fache Vergrößerung).

Abb. 15 (rechts): Ausschnitt aus Abb. 14 in 1000-facher Vergrößerung; Fremdkörperriesenzellen unmittelbar auf das Fadenmaterial begrenzt (Eindruck einer einschichtigen Zellschicht). Färbung HE.

prägt war (s. Abb. 14,15).

3.) Diskussion: Untersuchungen, die mit den unseren im Ablauf vergleichbar sind, wurden auch von anderen Autoren veröffentlicht (4,7,8,30). Diese berichteten von Durchgängigkeitsquoten von 71 % (50 % primär durchgängig bei erstem Phlebogramm nach 2 bis 3 Wochen), von 70 % (60 % primär durchgängig bei erstem Phlebogramm nach 3 bis 8 Wochen), von 70 % (60 % primär durchgängig bei erstem Phlebogramm nach 4 bis 8 Wochen), bzw. von 100 % (100 % primär durch-

gänglich bei erstem Phlebogramm nach 6 Wochen). Wir beobachteten dagegen Frühthrombosen bei 94 % der 17 Anastomosen, bei denen nicht unmittelbar nach der Operation eine Injektion erfolgt war. Diese außerordentliche Diskrepanz erklärt sich nach unserer und der Meinung anderer (8,25,26) dadurch, daß in jenen Untersuchungen die ersten Phlebogramme zu spät erfolgt sind, zu einem Zeitpunkt nämlich, als sich die meisten Anastomosen bereits wieder rekanalisiert hatten. Diese Rekanalisierung beginnt nach unseren Ergebnissen nach ungefähr zehn Tagen und ist nach drei bis vier Wochen vollständig abgeschlossen, in einigen Fällen sogar noch früher, einwandfreie Nahttechnik vorausgesetzt. Mit einer Frühthrombose ist jedoch bei j e d e m Eingriff in periphere Venen zu rechnen, bei dem man nicht andere Hilfsmaßnahmen verwendet. Hierzu Dale und Scott: '... early thrombosis ... appears to be an established fact.' (8).

Alle unsere Anastomosen zeigten unmittelbar nach der Reanastomosierung einen guten Durchfluß. Dafür, daß sie dennoch thrombosierten, ließe sich folgende Erklärung finden: wenn man eine vom Blutstrom abgeklemmte Vene durchtrennt, so sind, durch die Gewebsthrombokinasen aktiviert, die Venenendothelien sehr schnell von feinen Fibrinbelägen bedeckt und verkleben dadurch sehr leicht. Diese Adhäsionen lassen sich aber auch wieder leicht beseitigen und bleiben, nach erfolgter Reanastomosierung an dem bestehenden Blutdurchfluß erkennbar, ohne unmittelbare Thrombosefolgen. Bringt man jedoch solche Endothelien wieder miteinander in Kontakt, so kommt es wieder zur Verklebung, zur Blutstase und damit zur Bildung eines Gerinnungsthrombus, nachfolgenden Entzündungserscheinungen, Umwandlung der Endothelzellen und Organisation (9,16,22) und damit zum Fortbestehen des Thrombus', auch wenn die Verklebungen sich bereits wieder gelöst haben. Kann man jedoch andererseits durch Ausstreifen entlang der Vene in Richtung des Blutstromes auf die Anastomose zu mit einer Blutsäule den frischen

Thrombus 'auswaschen', so bleiben alle diese genannten Folgen aus. Beim schichtweisen Verschluß der Operationswunde ist es jedoch unvermeidlich, daß die darunter liegenden Gefäße komprimiert werden und in diesem Falle verkleben. Daß dies normalerweise nicht geschieht, hat seine Ursache in der fehlenden Gewebsverletzung und Freisetzung von Gewebsthrombokinasen: Venen, die eine Stunde lang nur abgeklemmt werden, thrombosieren nicht (3). Weiterhin: Venen, die durch Schlag oder Druck verletzt worden sind, müssen aus den oben genannten Gründen nicht unbedingt thrombosieren, da das sie umgebende Bindegewebe wie eine Rückstellkraft wirkt und die Venen am Kollabieren und damit am Verkleben hindert; Venen aber, die aus ihrem Bindegewebe herauspräpariert worden sind, kontrahieren sich unmittelbar. Dies erschwert einerseits die Nahttechnik, zum anderen sind diese Venen ihrer Rückstellkraft beraubt; sie liegen ohne Verankerung in ihrer Umgebung und neigen besonders nach Verletzung ihrer Wand zum Verkleben. In vier von fünf Anastomosen haben wir nun durch Injizieren von 15 ml einer isotonen Lösung mit maximaler Geschwindigkeit primäre Durchgängigkeit erzielt; dem stehen Frühthrombosen in 94 % der übrigen Anastomosen gegenüber. An dieser Stelle treten nun zwei Fragen auf. Die eine ist die nach dem Fehler der kleinen Zahl. Um vor dieser Frage bestehen zu können, müßte noch eine größere, statistisch verwertbare Anzahl nachinjizierter Anastomosen beobachtet werden. Die andere ist die nach dem tatsächlichen Wert des Injizierens: wenn man einen Thrombus durch leichtes Ausstreichen beseitigen kann, so müßte man dies auch durch den Druckanstieg bei einer mit maximaler Geschwindigkeit ausgeführten Injektion erreichen können, bei der die gesamte Injektionsmenge durch die Anastomose fließen muß. Allein durch die Unterbindung der Vena azygos als potentiellen Kollateralkreislauf der Vena cava superior ergab sich nach Untersuchungen von Scott und Dale ein vier- bis fünffacher Druckanstieg in der oberen Hohlvene und damit eine höhere Erfolgsquote nach Prothesenersatz (8). Ebenso halten arte-

riovenöse Fisteln, auch wenn sie nur kurzzeitig bestehen, den prothetischen Ersatz oder die Anastomose einer Vene durch Druck- und Blutstromanstieg auch für die Zeitdauer darüber hinaus offen (4,10). Weiterhin erzielte Mc. Lean gute Ergebnisse, indem er das Kollabieren der Venenwände durch Einlegen von starren Ringen in den Anastomosenbereich zu verhinder suchte (15). Wichtig ist es, die Blutstase zu vermeiden oder zu beseitigen, denn von ihr nimmt eine Thrombose ihren Ausgang (9). Die Beseitigung dieser Stase könnte nach erfolgtem Wundverschluß durch eine Injektion unter Druck geschehen.

Insgesamt erzielten wir eine Durchgängigkeitsrate von 95 %, ohne daß wir Antikoagulantien verwandten. Dies liegt im oder sogar über dem Durchschnittsbereich anderer, die gerinnungshemmende Mittel benützten. Damit konnten wir unsere Vermutung und auch die anderer bestätigen, daß die Verwendung von beispielsweise Heparin höchstens zweitrangige Bedeutung hat; wichtiger ist eine präzise Operationstechnik (30). Daß lokale Faktoren tatsächlich größere Bedeutung besitzen als allgemeine, zeigt die Beobachtung, daß in unserer Versuchsreihe in beiden Femoralisanastomosen z. T. jeweils verschiedene Stadien der Rekanalisation bestanden, ja daß sogar eine Seite thrombosierte, während dies auf der anderen nie der Fall war (s. Abb. 2 und 3).

Im Zusammenhang mit der Revaskularisierung der entwickelten Thromben ist noch eine Beobachtung von Interesse: alle Thromben bildeten sich, sofern sie nicht durch Naht-einengung entstanden waren, innerhalb von höchstens vier Wochen wieder vollständig zurück. In der Humanpathologie wird jedoch von einer mittleren Rekanalisationsdauer nach tiefen Bein- und Beckenvenenthrombosen von sechs bis zwölf Monaten berichtet (16). Dies wäre ebenfalls ein Hinweis darauf, daß nur ein kleiner Teil aller tiefen Bein- oder

Beckenvenenthrombosen klinisch erkannt wird (1), wahrscheinlich nur jener Teil, der mit ausgeprägten Entzündungserscheinungen und Ödemen und dementsprechend auch mit tiefer gehenden Veränderungen der histologischen Struktur einhergeht. Derartige Ödeme und Entzündung beobachteten wir nur bei einem Tier.

IV. Ersatz der Vena cava infrarenalis beim Hund durch Prothesen.

Mitte der fünfziger Jahre begannen die ersten erfolgreichen Versuche, Arterien durch alloplastisches Material zu ersetzen. Nur wenige Jahre später erschienen die ersten Veröffentlichungen, die sich mit dem Ersatz der größeren Venen beschäftigten (2,4,9,15). Autologe und homologe Venen und Aortentransplantate, Prothesen aus Dacron, Teflon, Nylon und vielen Kunststoffgeweben, aus Peritoneum, Faszien und Darmabschnitten fanden in der folgenden Zeit insbesondere als Ersatz der oberen und der unteren Hohlvene Verwendung. Die Ergebnisse waren im allgemeinen enttäuschend; befriedigen konnten bisher nur autologe Venentransplantate der Vena jugularis oder der Vena saphena magna. Sie zeigten in 79 % und 100 % Durchgängigkeit (23, 31), hatten allerdings den Nachteil, daß sie zu kleinelumig waren und daher erst zu größeren Segmenten zusammengenäht werden mußten. Eine mühselige und zeitraubende Arbeit. Dem stehen allerdings die Ergebnisse anderer gegenüber, die von Durchgängigkeitsquoten von 10 % bis 45 % berichten (3, 8,26). Gute Ergebnisse brachten auch gefrier-getrocknete oder autologe Aortenprothesen, wenn sie in die obere Hohlvene eingesetzt wurden (8) (durchgängig in 46 % bis 100 %), nicht dagegen, wenn sie als Ersatz der unteren Hohlvene verwendet wurden (4,15) (durchgängig in 0 % bis 35 %). Ebenso unbefriedigend endeten die Versuche mit Kunststoff-

prothesen (3,8,20,21) mit einer Durchgängigkeit von 53 % aus 275 Ersatzoperationen der Hohlvenen. Hier muß aber hinsichtlich der Prognose unbedingt die Lokalisation der Prothese berücksichtigt werden; so ist mit 84 % Durchgängigkeit bei Ersatz der intrathorakalen Vena cava inferior die Erfolgsaussicht recht groß, nicht viel weniger auch bei der Vena cava superior mit rund 70 %. Wesentlich schlechter liegt sie jedoch bei der infrarenalen Vena cava mit ungefähr 14 %. Als Ursachen dafür werden der geringe Blutstrom (8,20) und der hohe intraabdominelle Druck angeschuldigt (20,21). Nur die zusätzliche Verwendung von Kunstgriffen wie arteriovenöse Fisteln distal der Prothese (10,21,24, 27) (V. cava sup. 88 %, infrarenale V. cava 69 % durchgängig), Einnähen von starren Ringen in die Anastomosen (15,26) (70 % durchgängig) und die Unterbindung von Kollateralkreisläufen (60 % durchgängig) bringen bessere Erfolge.

1.) Methodik: Bei 10 Mischhunden mit einem Gewicht von 20 bis 30 kg wurde in Intubationsnarkose (0,5 mg Atropin, 0,5 bis 1,0 gr Trapanal^R, Lysthenon^R, Haemaccel^R bzw. 5%-ige Glukose-Infusionslösung) über einem medianem bzw. rechts pararektalem Mittelbauchschnitt die Bauchhöhle eröffnet. Die Bauchdecken wurden mit einem Thoraxsperrer auseinandergehalten und die kleinen Eingeweide mit feuchten Tüchern nach links oben gewälzt. Nach Spaltung des Retroperitoneums wurde die Vena cava inferior unterhalb der Einmündung der Nierenvenen über eine Länge von ungefähr fünf Zentimetern vollständig aus ihrem Bindegewebe freipräpariert, worauf sich die Vene unmittelbar auf etwa die Hälfte ihres ursprünglichen Lumens kontrahierte, und anschließend mit zwei Alligatorklemmen abgeklemmt. Das dazwischen liegende Segment wurde nun in einer Länge von ein bis drei Zentimetern exzidiert. Gelegentlich in diesem Bereich einmündende Lumbalvenen wurden unterbunden. Jetzt wurde das distale Venenende mit zwei gegenüber liegenden paraffinierten 4-0

Seidenfäden mit C-1-Doppelnadeln an das eine Ende einer gewobenen Dacronprothese fixiert und hierauf mit ihr zwischen den Haltefäden fortlaufend vernäht. Wir verwendeten Dacronprothesen der Größe 8 und 10, wobei der Prothesendurchmesser ungefähr dem der nicht kontrahierten Hohlvene entsprach. Die Prothesen waren etwa einen halben Zentimeter länger als die exzidierten Venensegmente. In einem Fall (Nr. 94) implantierten wir zuerst eine Teflonprothese, ersetzten sie aber, da sie sich wesentlich schlechter verarbeiten ließ, anschließend wieder durch Dacron. In gleicher Weise wurde nun mit der proximalen Anastomose verfahren. Zwei Nadelstiche vor Beendigung dieser Anastomose wurde aber die distale Klemme kurzzeitig geöffnet, sodaß Luft und sich bereits gebildete Thromben aus der restlichen Anastomosenlücke herausgedrückt werden konnten. Die distale Klemme bereits eher kurzzeitig zu öffnen, erwies als nachteilig, weil sonst das anschließend in der Prothese stehende Blut sehr viel schneller thrombosierte. Die Anastomose wurde nun noch zu Ende geführt und dann die proximale und die distale Klemme entfernt. Der intraoperative Durchfluß war in allen Fällen sehr gut. Die Sickerblutungen aus den Stichkanälen waren nur von kurzer Dauer und kamen immer von selbst zum Stehen. Wenn dies der Fall war, wurde das Retroperitoneum und die Bauchdecke verschlossen. Bei einem Tier (Nr. 105) entfernten wir ein zirka drei Zentimeter langes Segment aus der Aorta, ersetzten es durch eine Dacronprothese und nähten das gewonnene Aortensegment an Stelle eines exzidierten Abschnittes der daneben liegenden infrarenalen Vena cava ein.

Alle Tiere erhielten in den ersten vier Tagen nach der Operation jeweils ein halbes Gramm Chloramphenicol täglich. Antikoagulantien wurden zu keinem Zeitpunkt verwandt. Beim Einnähen der Prothesen wurde außer den bereits oben genannten Punkten darauf geachtet, daß

-durch absolute Blutstillung kein retroperitoneales

- Hämatom entstand, welches die V. cava hätte komprimieren können,
- die Venenenden nicht durch die Prothese torquiert wurden,
 - bei der Naht der Anastomosen keine Falten in der Prothese oder in der Vene entstanden, was insofern nicht leicht ist, weil die Venen sich kontrahieren (siehe oben) und wesentlich andere Materialeigenschaften besitzen als die starren, leicht zu handhabenden Prothesen,
 - eine zu starke Spannung der Prothesen vermieden wurde, da dies einen stenosierenden Effekt hervorruft.

Die Tiere wurden durch Injektion von 15 bis 20 ml Angiografin^R in die Vena saphena parva einer Seite zwei- bis viermal phlebografiert, und zwar zum ersten Mal nach fünf bis neun Tagen und zum zweiten Mal nach vier bis fünf Wochen (siehe auch Abb. 16). Alle Tiere wurden bis auf das Tier Nr. 95 nach dem letztem Phlebogramm getötet und unter sterilen Kautelen obduziert. Ein Abstrich dieser Prothesen wurde bakteriologisch untersucht. Die Prothesen Nr. 93 und Nr. 98 wurden histologisch aufbereitet.

2.) Ergebnisse: Bei neun Hunden wurde ein Segment der infrarenalen Vena cava durch eine Dacronprothese, bei einem Tier durch autologe Aorta ersetzt. Drei dieser Dacronprothesen (Nr. 92, 93 und 98) waren bei der Obduktion vollständig durchgängig, obwohl im Phlebogramm z. T. eine geringgradige Kollateralentwicklung zu erkennen war. Dies war ebenso bei dem Tier Nr. 105 (autologe Aortenprothese) der Fall. Da hierbei die Obduktion nach 12 bis 17 Wochen vorgenommen worden war, darf man auch annehmen, daß diese Prothesen unbegrenzt lang offen geblieben wären (10). Ein Tier verstarb nach der Narkose anlässlich des ersten Phlebogrammes (Nr. 95). Diese Prothese war allerdings zu diesem Zeitpunkt bereits vollständig verschlossen. Die übrigen thrombosierten Prothesen wurden über einen Zeitraum

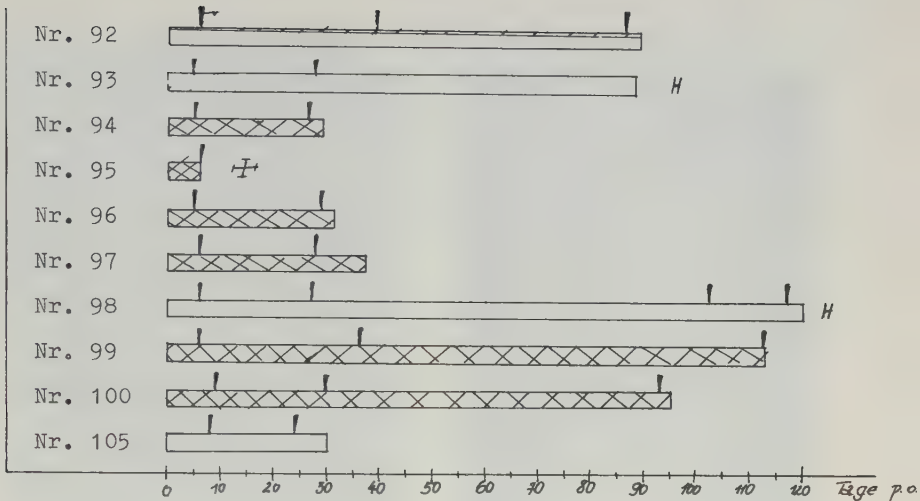


Abb. 16: Übersicht der postoperativen Durchgängigkeit der Cavaprothesen.

! = Phlebogramm,  = Lumen verschlossen, H = histologische Untersuchung.

bis zu fast vier Monaten beobachtet. Dabei konnte in keinem Fall eine Rekanalisation festgestellt werden. Über eine derartige Revaskularisierung einer Kunststoffprothese wurde **bisher** nur von einem einzigen Autoren berichtet (14).

Bei den Tieren mit verschlossenen Prothesen traten nur in einem Fall (Nr. 96) massive Ödeme der hinteren Extremitäten auf. Sonst kam es höchstens zu einer leichten Stauung der oberflächlichen Hautvenen. Aber auch dieser Hinweis auf einen kompletten Verschluß fehlte gelegentlich vollständig. Als Kollateralkreisläufe wurden die Venae lumbales, spermaticae bzw. ovaricae benutzt, die bei einem Tier (Nr. 94) annähernd das Kaliber der Vena cava erreichten (s. Abb. 17). Bei der autotischen Untersuchung stellte sich heraus, daß nur zwei Prothesen durch einen Granulationsgewebe ähnlichen Thrombus vollständig ver-



Abb. 17 (links): Tier Nr. 94; nahezu das gesamte Blut aus den unteren Extremitäten fließt über die rechten Ovarialvenen zum Herzen zurück.

Abb. 18 (rechts): Tier Nr. 93; vier Wochen nach der Operation ist die Blutbahn im Anastomosenbereich leicht stenotisch, jedoch funktionell vollkommen durchgängig (keine Kollateralentwicklung).

geschlossen waren. Der Verschluss der übrigen vier Prothesen ging jedoch von einem Thrombus der distalen Anastomose aus, wobei die Prothese selbst größtenteils vollständig frei und durchgängig war. In zwei dieser Fälle konnte als Ursache eine Nahteinengung der distalen Anastomose gefunden werden.

Alle bakteriologisch untersuchten Prothesen erwiesen sich als steril. Das histologische Bild zeigte eine unterschiedlich deutliche Dreiteilung der neu Gefäßwand innerhalb der Prothesen, wie sie auch von anderen Autoren be-



Abb. 19: Tier Nr. 98; 26 Tage nach der Operation gleiches Bild wie in Abb. 18.

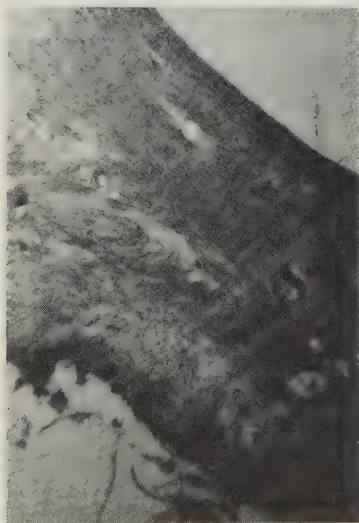


Abb. 20: Tier Nr. 93; 87 Tage nach der Operation; Dreiteilung der neu gebildeten Gefäßwand hinsichtlich der Faserdichte; links unten Reste der Dacronfasern, rechts oben scharfe Grenze zum Lumen hin durch glattes Endothel; Kapillaren vor allem in der Neomedia. 35fache Vergrößerung, Färbung HE.

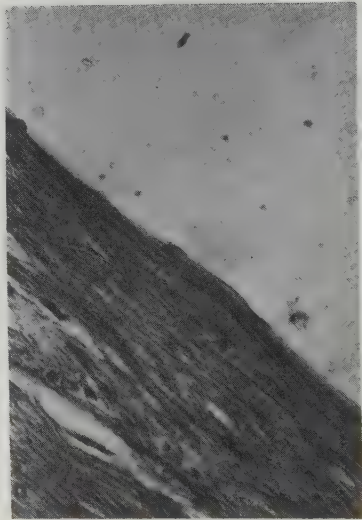


Abb. 21 (links): Ausschnitt aus Abb. 20 in 400-facher Vergrößerung; Kapillaren in der Neomedia mit geringer zellulärer Infiltration in der Umgebung; faserreiches Bindegewebe mit verschieden dichter Lagerung.

Abb. 22 (rechts): Ausschnitt aus Abb. 21 in 1000-facher Vergrößerung; Endothelschicht mit ihren charakteristischen Zellen: im Querschnitt spindelförmiger Zelleib, der von dem höherem Zellkern vorgewölbt wird. Färbung HE.

schrieben worden ist (10). Es ist hierbei zur vollständigen Neubildung einer Intima, Media und Adventitia innerhalb der Dacronprothese gekommen, wobei diese durch einen Wall von Fremdkörperriesenzellen von der neugebildeten Gefäßwand abgetrennt wird. Diese Gefäßwand besteht im wesentlichen aus Lagen verschieden dicht gepackten kollagenen Bindegewebe und Fibrozyten, welche vor allem im Media- und Adventitiaanteil von zahlreichen Blutkapillaren durchsetzt wird. Zum Lumen hin wird sie durch eine glatte, sich deutlich abhebende einfache Endothelzellschicht mit ihren charakteristischen Zellformen begrenzt (s. Abb. 20 bis 24).

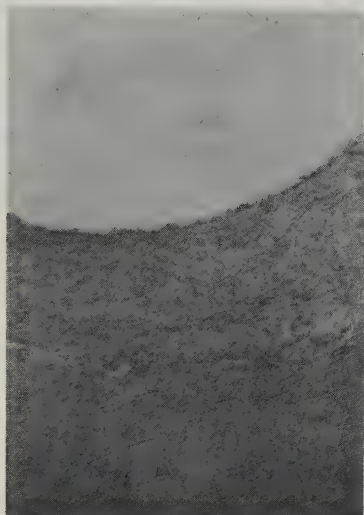


Abb. 23: Tier Nr. 98; vier Monate nach der Operation; gleichmäßigerer Aufbau der Gefäßwand als bei Tier Nr. 93, jedoch deutliches Endothel. 400-fache Vergrößerung. Färbung HE.

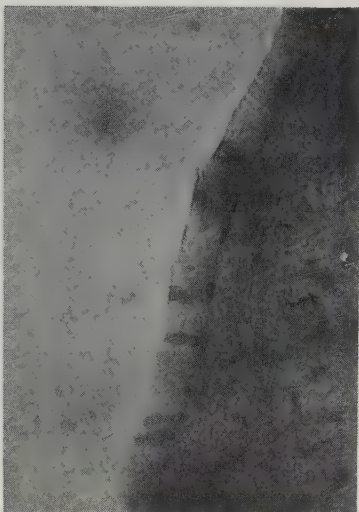


Abb. 24: Ausschnitt aus Abb. 23 in 1000-facher Vergrößerung; schräg angeschnittene Gefäßwand; uncharakteristische Endothelzellen.

3.) Diskussion: Von neun Dacron- und einer autologen Aortenprothese, die wir in die infrarenale Vena cava eingesetzt hatten, blieben vier (40 %) über längere Zeit durchgängig. Alle übrigen Prothesen thrombosierten bereits innerhalb der ersten Tage nach der Operation, wahrscheinlich sogar schon unmittelbar darauf. Nur in zwei Fällen war die Prothese selbst von einem Thrombus ausgefüllt; bei den restlichen vier war sie selbst fast vollständig frei. Man muß also annehmen, daß nicht die Prothese als Fremdkörper die wichtigste Ursache einer Thrombosierung darstellt, sondern daß ganz im Gegenteil die große Gefahr von

den Anastomosen und den angrenzenden Venenabschnitten ausgeht. Von den Anastomosen, weil die schlaffen und dünnen Venenwände eine exakte Nahttechnik erschweren und leicht Abknickungen, Torsionen und Nahtstenosen entstehen lassen, und von den Venen wegen der bereits oben genannten Gefahr des Kollabierens und Verklebens, was jedoch durch Einnähen von starren Ringen in die Anastomose verhindert werden kann (70 % durchgängig) (15,26). Man sollte zwar meinen, daß die relativ starren Kunststoffprothesen auch das Lumen offenhalten müßten; dies ist zum Teil sicher der Fall, denn sonst müßte man wahrscheinlich in allen Fällen eine Thrombose beobachten. Als Folgerung hieraus sollte daher eine zu ersetzende Vene nur soweit als notwendig aus ihrem Bindegewebe freipräpariert werden.

Kiss, Póka und Kutas berichteten 1967, Revaskularisation von alloplastischen Venenprothesen beobachtet zu haben (14). Dies konnte jedoch weder von uns noch von anderen bisher bestätigt werden. Dies wäre auch nicht zu erwarten, da man weiß, daß die Revaskularisierung von bestimmten Plasminogen-Aktivatoren abhängig ist, welche nur in den Endothelien von Venen und Kapillaren vorhanden sind, nicht jedoch in Arterien und natürlich nicht in alloplastischen Prothesen (1). Jene Veröffentlichung wäre höchstens so zu interpretieren, daß die genannten Prothesen selbst frei von Thromben waren und nur angrenzende kollabierte Venenbereiche thrombosiert waren, welche sich aber wieder rekanalisierten. Daß die Entstehung von Thromben postoperativ eng an die Frage des Kollabierens der Gefäßwände gebunden ist, mag man auch daran sehen, daß bisher Prothesen aus schlaffen Geweben wie Peritoneum und Faszien bisher immer thrombosierten und sich aus den oben genannten Gründen natürlich nicht mehr rekanalisierten (6).

V. Zusammenfassung.

Bei elf Hunden wurde auf beiden Seiten die Vena femoralis durchtrennt und reanastomosiert. Bei fünf Anastomosen wurde durch Injektion von 15 ml Kontrastmittel, Glukose- oder Kochsalzlösung mit maximaler Geschwindigkeit nach Verschluß der Wunden kurzzeitig eine hohe Stromstärke erreicht. Vier dieser so behandelten Anastomosen blieben primär offen und zeigten histologisch wesentlich geringere Schädigungen als die übrigen Anastomosen, die, wie es ansonsten grundsätzlich immer zu erwarten ist, unmittelbar nach der Operation thrombosierten, sich aber innerhalb von drei bis vier Wochen wieder vollständig rekanalisierten. Bei einer Anastomose geschah dies nicht vollständig, da bei der Naht die Intima der Gegenseite mit gefaßt worden war. Weiterhin wurde bei zehn Hunden in neun Fällen ein ein bis drei Zentimeter langes Segment der Vena cava infrarenalis durch ein um einen halben Zentimeter längeres Stück Dacronprothese, bzw. einmal durch autologe Aorta ersetzt. Vier dieser Prothesen blieben durchgängig. Die übrigen thrombosierten in den ersten postoperativen Tagen und rekanalisierten sich nicht mehr. Nur in zwei dieser Fälle erstreckte sich der Thrombus auf die ganze Prothese, bei den übrigen vier war diese selbst nahezu vollkommen frei. Hierbei ging der Thrombus von dem distalen Anastomosenbereich aus, wobei zweimal ein Fehler durch Nahtstenose vorlag. In allen Operationen wurden keine Antikoagulantien verwandt.

Wir halten Frühthrombosen nach venenchirurgischen Eingriffen ohne Verwendung besonderer Schutzmaßnahmen für unvermeidlich. Ursache sind das Kollabieren der Venenwände und die Verklebung durch Fibrinbeläge, welches besonders durch den Druck beim Wundverschluß und im Falle der Vena cava inferior durch den Druck der Eingeweide zustande

kommt. Dies wäre bei peripheren Venen durch einen kurzzeitigen hohen Blutfluß nach Wundverschluß, bei der unteren Hohlvene durch Stabilisierung mit starren Materialien, überall aber durch möglichst geringgradiges Freipräparieren der Venen aus dem umgebendem Bindegewebe zu erreichen. So müßten Prothesen, bei denen die zu ersetzende Vene nur so weit, wie unbedingt notwendig freigelegt wird, die Anastomose durch starre Ringe gesichert und distal davon eine arteriovenöse Fistel angelegt wird, optimale Erfolge bringen. Antikoagulantien sind nur von sekundärer Bedeutung. Weitere tierexperimentelle Erfahrung unter diesen Gesichtspunkten wäre notwendig.

VI. Literaturnachweis.

- (1) Beneke, G., Die Pathologie der venösen Gefäße und der venösen Durchblutungsstörungen, Hippokrates 9 (1969) 326.
- (2) Blum, L., W. T. Medl, E. B. C. Keefer, Aortic homograft substitution for the postrenal inferior vena cava, A. M. A. Arch. Surg. 72 (1956) 567.
- (3) Bower, R., V. Federicci, J. M. Howard, Continuing studies of replacement of segments of the venous system, Surgery 47 (1960) 132.
- (4) Bryant, M. F., W. D. Lazenby, J. M. Howard, Experimental replacement of short segments of veins, A. M. A. Arch. Surg. 76 (1958) 289.
- (5) Carrel, A., C. C. Guthrie, Uniterminal and biterminal venous transplantation, Surg. Gynec. & Obst. 2 (1906) 266.
- (6) Collins, H. A., G. Burrus, M. E. de Bakey, Experimental evaluation of grafts in canine inferior vena cava, Amer. J. Surg. 99 (1960) 40.
- (7) Dale, W. A., Thrombosis and recanalization of veins used as venous grafts, Angiology 12 (1961) 603.
- (8) Dale, W. A., H. W. Scott, Grafts of the venous system, Surgery 53 (1963) 52.
- (9) Deterling, R. A., S. B. Bhonslay, Use of vessel grafts and plastic prostheses for relief of superior vena caval obstruction, Surgery 38 (1955) 1008.
- (10) Dost, K., Plastischer Ersatz der Vena cava inferior im Tierexperiment, Archiv für Kreislaufforschung 51 (1966) 191.
- (11) Eufinger, H., Beckenvenenthrombose und postthrombotisches Syndrom; Podiumsdiskussion, Ergebnisse der Angiologie Bd. 1, Stuttgart, New York 1969.
- (12) Jacobson, J. H., T. Kutsumura, Small vein reconstruction, J. Cardiovas. Surg. 12 (1964) 157.
- (13) Keidel, D., Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, Thieme Stuttgart 1967.
- (14) Kiss, T., L. Póka, J. Kutas, Experimenteller Venenersatz, Zentralblatt für Chirurgie 17 (1967) 602.
- (15) Mc Lean, L. D., et al., Replacement of vital veins: a comparative, experimental study, Ann. Surg. 149 (1959) 549.
- (16) Leu, H. J., Die Spontanrekanalisation thrombotischer Venenverschlüsse in pathologisch-anatomischer Sicht, Zbl. Phlebol. 7 (1968) 4.

- (17) Linn, B. S., et al., Venous anastomosis by invagination, *Am. Surg.* 33 (1967) 191.
- (18) Matsumoto, M. T., et al., Replacement of large veins with free inverted segments of small bowel, *Surg. Forum* 16 (1965) 135.
- (19) De Metz, A., L. L. Phillips, D. V. Habif, J. H. Jacobson, Use of fibrinolysin in experimental inferior vena caval replacement, *A. M. A. Arch. Surg.* 83 (1961) 883.
- (20) Najafi, W. A., et al., Experimental inferior vena cava replacement, *J. Thorac. Cardio.* 53 (1967) 243.
- (21) Mc Reynolds, D. G., J. T. Adams, J. A. de Weese, Autogenous fresh and 'matured' fascia as a vascular replacement, *Ann. Surg.* 166 (1967) 95.
- (22) Sandritter, W., *Histopathologie. Lehrbuch und Atlas für Studierende und Ärzte*, Stuttgart, Schattauer 1965.
- (23) Sauvage, J. G., R. S. Shaw, Observation of experimental grafts in the intrathoracic vena cava, *Surg. Gynec. & Obst.* 110 (1960) 569.
- (24) Scheinin, T. M., J. R. Jude, Experimental replacement of the superior vena cava; effect of temporary increase in blood flow, *J. Thorac. Cardio.* 48 (1964) 781.
- (25) Scobie, D. H., T. K. Scobie, I. J. Vogelfanger, Venous autografts, *Can. J. Surg.* 5 (1962) 471.
- (26) Shore, J. M., et al., A comparative study of canine venous autografts, *J. Cardiovas. Surg.* 5 (1964) 67.
- (27) Stanzel, H. C., Synthetic inferior vena cava grafts, influence of increased flow, *Arch. Surg.* 89 (1964) 1096.
- (28) Symbas, P. N., J. H. Foster, H. W. Scott, Experimental vein grafting in the portal venous system, *Surgery* 50 (1961) 97.
- (29) Vollmar, J., Rekonstruktionsprinzipien der modernen Gefäßchirurgie, *Mat. Med. Nordmark* 16 (1964) 240.
- (30) De Weese, J. A., F. Niguidula, The replacement of short segments of veins with functional autogenous venous grafts, *Surg. Gynec. & Obst.* 110 (1960) 303.
- (31) Young, N. K., N. Klein, T. C. Moore, Superior vena cava replacement. Experimental use of fresh autogenous vein grafts, *Brit. J. Surg.* 51 (1964) 374.

Recht herzlich gedankt sei am Ende dieser Arbeit

Herrn Prof. Dr. G. Hegemann für die freundliche
Überlassung des Arbeitsplatzes,

Herrn Priv.-Doz. Dr. K. Schwemmler für die Ver-
gabe des Themas,

Herrn Dr. D. Raithel für seine tatkräftige und
nicht ermüdende Mithilfe bei der experimentel-
len Ausführung und bei der Bearbeitung des The-
mas,

Herrn Dr. G. Kemmerer für die Entwicklung der
Röntgenfolien,

Herrn Prof. Dr. P. Hermanek für die Anfertigung
der histologischen Präparate,

sowie allen Mitarbeitern im Tierlabor der Chi-
rurgischen Klinik.

Nur mit ihrer aller Hilfe konnte diese Arbeit erstellt werden.

L e b e n s l a u f

Am 3. Juli 1948 wurde ich, Max Werner Hohenberger, als Sohn des Webmeisters Ernst Hohenberger und seiner Ehefrau Erna, geb. Bächer, in Helmbrechts, Kreis Münchberg, geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Ort bei Helmbrechts trat ich im September 1957 in die Oberrealschule in Münchberg ein. Dort legte ich im Juli 1967 die Reifeprüfung ab. Mit dem Wintersemester 1967/68 begann ich an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen das Studium der Medizin. Hier legte ich im Juli 1968 das Vorphysikum und im Februar 1970 das Physikum ab. Ebenhier beendete ich am 13. Juli 1973 das Medizinstudium mit dem Staatsexamen.

Im Dezember 1970 heiratete ich die Studentin der Philosophie Brigitte Schwager. Unser Sohn Andreas wurde im April 1971 geboren.

Erlangen, den 13. Juli, 1973.



Buchdruckerei Ludwig Müller - 852 Erlangen, Fahrstraße 5